

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BERGAMO**

Anno accademico 2007-2008

**Sicurezza degli impianti industriali**

# **Incidente ad una macchina miscelatrice in un'industria chimica**



Di

Federica Giudici

Matricola 50121

Corso di laurea: ingegneria gestionale (curriculum economico-produttivo)

# Indice

<b>1. Introduzione</b>	
<b>1.1 Riferimento a Kletz.....</b>	<b>pag. 2</b>
<b>1.2 Riferimento a Perry.....</b>	<b>pag. 4</b>
<b>1.3 Riferimento a Sanders.....</b>	<b>pag. 5</b>
<b>2. L'incidente</b>	
<b>2.1 Narrativa dell'incidente.....</b>	<b>pag. 6</b>
<b>2.2 Elenco dei fatti.....</b>	<b>pag. 7</b>
<b>2.3 Albero degli eventi.....</b>	<b>pag. 8</b>
<b>2.4 Analisi delle concause.....</b>	<b>pag. 10</b>
<b>3. Il sistema di gestione della sicurezza</b>	
<b>3.1 S.G.S. prima dell'incidente.....</b>	<b>pag. 12</b>
<b>3.2 S.G.S dopo l'incidente.....</b>	<b>pag. 15</b>
<b>3.3 Riferimento alle norme OHSAS 18001-18002.....</b>	<b>pag. 16</b>
<b>4. Andamento del fenomeno infortunistico</b>	
<b>4.1 Principali cause di infortunio.....</b>	<b>pag. 21</b>
<b>4.2 Tipologie di attività economiche all'interno del settore chimico.....</b>	<b>pag. 23</b>
<b>4.3 Tipologia di danni.....</b>	<b>pag. 24</b>
<b>4.4 Et� e sesso degli infortunati.....</b>	<b>pag. 25</b>
<b>5. La statistica</b>	
<b>5.1 Cenni teorici.....</b>	<b>pag. 26</b>
<b>5.2 Statistica tecnica.....</b>	<b>pag. 28</b>
<b>5.3 Test del <math>\chi^2</math>.....</b>	<b>pag.29</b>

# 1. Introduzione

## 1.1 Riferimenti al Kletz

L'infortunio analizzato può essere ricondotto a 5 tipologie di incidenti individuate da Kletz:

1. Incidenti provocati da semplici disattenzioni
2. **Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti attraverso l'addestramento** → la persona coinvolta nell'incidente probabilmente era stato informato sulla corretta operazione da eseguire (presenza di fogli informativi in diversi luoghi frequentati quotidianamente dai lavoratori, partecipazione certificata a corsi di formazione sulla sicurezza, comunicazione delle norme di sicurezza tramite lettera in busta paga,...) ma non era pienamente consapevole delle motivazioni e dei rischi cui si esponeva nell'eseguire l'operazione di pulitura del miscelatore con la macchina in movimento.
3. **Incidenti dovuti a lacune fisiche e/o mentali** → è un chiaro esempio di *dissonanza cognitiva*: la persona conosce il pericolo ma finge che non esista e continua a compiere l'azione pericolosa, non valuta in modo oggettivo ma segue un'abitudine consolidata, non per questo meno erronea e pericolosa!
4. **Incidenti dovuti al fallimento nel seguire le istruzioni** → in quanto l'individuo sceglie deliberatamente di operare la pulizia con la macchina accesa.
5. **Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti attraverso un miglior management, dovuti ad errori di gestione** → il management aveva trascurato l'aspetto della sicurezza, infatti non era la prima volta che si effettuavano le operazioni di pulizia della miscelatrice con motore acceso e nessuno era intervenuto seriamente (il caporeparto aveva avvisato il lavoratore della pericolosità dell'operazione ma non si era accertato del fatto che non fosse più eseguita nel modo errato); inoltre il caporeparto non era presente in quel momento.
6. **Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti con migliore progettazione** → l'incidente sarebbe stato evitato se la macchina miscelatrice fosse stata dotata di un dispositivo di sicurezza che impedisse all'operatore di avviare il motore della macchina nella fase di pulitura: la catenella presente non ha la funzione di bloccare l'avviamento dell'albero, né di impedire l'avvicinamento dell'operaio all'albero quando deve pulirlo, ma ha solo la funzione di bloccare il bidone, e quindi la corrente elettrica, nel caso in cui il bidone, per effetto dello sbattimento del materiale, si muovesse.

7. Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti con migliori strutture
8. Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti attraverso una migliore manutenzione
- 9. Incidenti che avrebbero potuto essere prevenuti con migliori procedure di operazione**  
→ esiste una procedura corretta di pulizia della macchina e l'operatore la segue ma non è abbastanza efficace, non dà il risultato richiesto; inoltre l'operatore aveva anche richiesto la costruzione di un tubo - contenitore contenente acido per lo scioglimento delle incrostazioni, nel quale inserire l'albero motore per la pulizia, per il distacco e lo scioglimento dei residui di lavorazione che si erano ivi depositati, il tubo era stato costruito ma la procedura non viene seguita.
10. Incidenti in impianti a controllo automatico

## 1.2 Riferimenti a Perry

- Intensificazione
- Sostituzione
- Attenuazione
- Limitazione degli effetti di guasti/rotture
- Semplificazione
- **Effetti domino** → l'operaio compie un'azione pericolosa e subisce un danno (i suoi avambracci vengono colpiti dall'albero che velocemente ruota su se stesso e il suo corpo viene trascinato) al quale si aggiunge un ulteriore danno dovuto al fatto che quando viene trascinato dalla macchina l'operaio va a sbattere con il corpo negli oggetti vicini alla miscelatrice: c'è un effetto domino che aumenta le lesioni subite dall'operaio.
- **Evitare assemblaggi scorretti** → è possibile collegare l'incidente analizzato a questo punto in quanto la macchina dovrebbe essere stata progettata in modo tale da impedire di effettuare operazioni pericolose come quella fatta dall'operaio in questione: non c'è un dispositivo che impedisca all'operaio di azionare il motore della macchina quando il bidone è staccato, cioè in fase di manutenzione.
- Colpo d'occhio
- Tolleranza
- Basso rateo e flusso di perdita in caso di guasto
- Facilità di controllo
- Software
- **Disegnare impianti più sicuri e facili da usare:** la macchina non è molto sicura, mancano dispositivi di protezione come barriere, fotocellule,...che impediscano all'operatore di entrare in contatto con la macchina quando questa è in rotazione (ancora di più quando questa ruota alla massima velocità!).

### 1.3 Riferimenti a Sanders

#### Griglia di Sanders

1. tenere le cose sempre presenti	
2. preparazione della manutenzione, pulizia	1
3. incidenti indotti dalla manutenzione, pulizia	2
4. incidenti dell'ultimo minuto	
5. incidenti che coinvolgono macchine	3
6. omissione/difficoltà nel capire le specifiche	
7. integrità meccanica	
8. omissione nel chiedersi cosa succederà se...	4
9. gestione del cambio	
10. analisi incidenti e diffusione rapporti	

1. **preparazione della manutenzione, pulizia:** l'operatore prepara il materiale necessario alla pulizia (acetone, carta abrasiva, tubo-contenitore) in modo corretto ma poi non li utilizza.
2. **Incidenti indotti dalla manutenzione, pulizia:** la persona si è infortunata durante l'operazione di pulizia della macchina necessaria per passare da un'operazione all'altra;
3. **Incidenti che coinvolgono macchine:** le lesioni riportate dall'operaio sono state generate dall'impatto violento dello stesso con l'albero rotante della macchina e dal fatto che è stato trascinato dalla stessa.
4. **Omissione nel chiedersi cosa succederà se...:** l'operatore, nonostante possieda l'esperienza e le informazioni necessarie, non si sofferma ad analizzare le possibili conseguenze della sua azione, anzi l'operazione era già stata eseguita più di una volta con il motore della macchina acceso.

## 2. L'incidente

### 2.1 Narrativa dell'incidente

Il giorno 25/08/2000, il signore S., operaio della ditta "X" che produce colle e coloranti chimici, era addetto alle operazioni di preparazione di prodotti chimici presso una macchina miscelatrice composta da un albero rotante verticale dotato di elica da immergere in un bidone con ruote contenente il materiale da miscelare.

Verso le ore 10:30, l'operaio aveva appena terminato la preparazione di una colla di colore rosso. Dovendo successivamente procedere alla preparazione di un altro prodotto con caratteristiche diverse dal precedente, all'operaio fu ordinato di effettuare la pulizia del miscelatore e, in particolare, dell'albero rotante dello stesso, ciò al fine di evitare la contaminazione e l'inquinamento del nuovo composto. L'eliminazione delle incrostazioni più grossolane fu effettuata dal lavoratore dapprima con un acido (acetone), poi con un raschietto e infine, per eseguire accuratamente la pulizia, con carta abrasiva.

Nell'eseguire questa attività egli dapprima toglieva l'elica dell'albero e procedeva alla pulizia manuale con albero rotante fermo; successivamente avviava l'albero rotante azionando il pulsante di alimentazione elettrico alla velocità massima. Per avviare l'albero rotante egli aveva staccato dal supporto la catena con chiavetta che serviva per tenere legato e fermo il bidone con ruote, (allo scopo di evitare che l'agitazione del materiale da miscelare spostasse il bidone stesso), estraendo dal bidone l'albero rotante, e poi aveva reinserito la catena con chiavetta nel supporto per consentire in tal modo l'avviamento del motore, e ha premuto il tasto del quadro elettrico che comandava l'avviamento del motore, posizionandolo alla velocità massima, ponendo in essere dunque tutte le operazioni che consentivano l'avvio della macchina. A questo punto il lavoratore si è avvicinato all'albero motore in movimento e, indossando guanti, ha preso una carta abrasiva e l'ha premuta contro l'albero rotante per effettuare l'accurata pulizia dell'albero, ed i suoi avambracci venivano colpiti dall'albero che velocemente ruotava su se stesso, staccandoli. L'operaio veniva violentemente trascinato e, dopo aver sbattuto con il corpo su altri manufatti circostanti, finiva scaraventato a terra con le mani e gli avambracci staccati e a penzoloni.

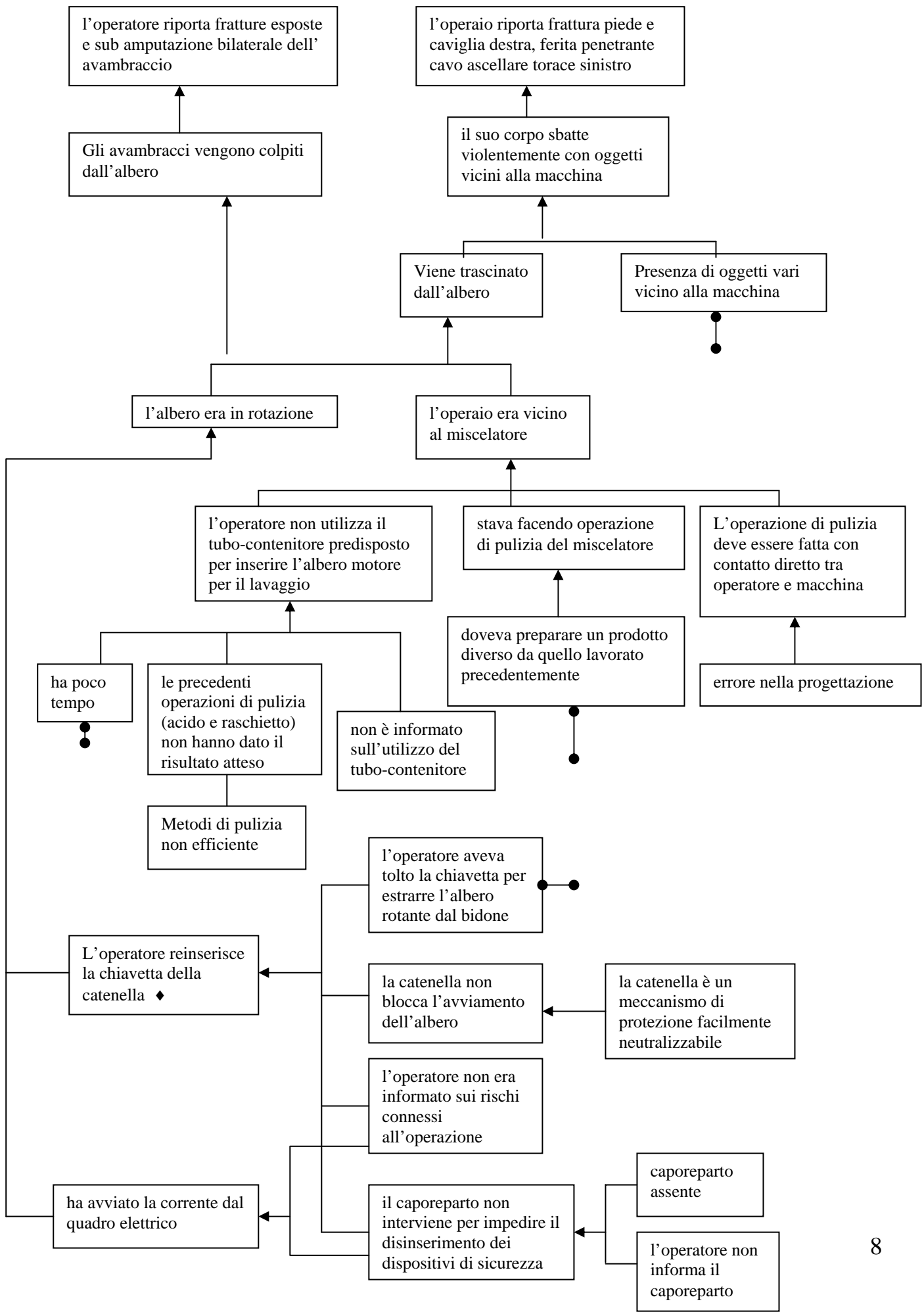
Una volta soccorso, il lavoratore veniva trasportato dapprima al Pronto Soccorso dell'ospedale di Schio e successivamente, data la gravissima entità delle lesioni, all'Ospedale di Verona tramite elicottero. La prima diagnosi evidenziava: "... *fratture esposte e sub amputazione bilaterale di avambraccio ... frattura piede e caviglia destra, ferita penetrante cavo ascellare torace sinistro ....*". Successivamente il lavoratore subiva altri ricoveri e delicati interventi chirurgici (con i quali gli arti venivano "riattaccati") seguiti da lunghe terapie riabilitative.

## 2.2 Elenco dei fatti

- Il lavoratore il 25.08.2000 era addetto ad una macchina miscelatrice
- effettua l'operazione di miscelazione di un collante di colore rosso
- pulisce l'albero rotante:
  - l'operatore spegne il motore e toglie l'elica dell'albero
  - pulisce l'albero della macchina con un acido (acetone)
  - pulisce l'albero della macchina con un raschietto
  - stacca dal supporto la catena con chiavetta che serve per tenere legato e fermo il bidone con ruote (allo scopo di evitare che l'agitazione del materiale da miscelare spostasse il bidone stesso)
  - estrae dal bidone l'albero rotante
  - reinsertisce la catena con chiavetta nel supporto per consentire in tal modo l'avviamento de motore
  - accende la macchina: preme il tasto del quadro elettrico che comanda l'avviamento del motore, posizionandolo alla velocità massima, permettendo l'avvio della macchina
  - il lavoratore indossa i guanti
  - il lavoratore si avvicina all'albero motore in movimento
  - prende una carta abrasiva e la tiene premuta contro l'albero rotante per effettuare l'accurata pulizia dell'albero
- i suoi avambracci vengono colpiti dall'albero che velocemente ruota su se stesso
- l'operaio viene trascinato con forza dal movimento dell'albero
- il suo corpo sbatte violentemente contro oggetti circostanti
- gli avambracci dell'operatore si staccano



### 2.3 Albero degli eventi



◆ La catenella ha il compito di bloccare il bidone, e quindi la corrente elettrica, nel caso il bidone, per effetto dello sbattimento del materiale in miscelazione, si muova; l'operatore per avviare l'albero rotante ha staccato dal supporto la catena con chiavetta, estraendo dal bidone l'albero rotante, e poi ha reinserto la catena con chiavetta nel supporto per consentire in tal modo l'avviamento de motore.



## 2.4 Analisi delle concause

Le concause che possono essere individuate sono principalmente 20 e possono essere classificate tra:

- **comportamentali** (hanno a che fare con una persona)
- **gestionali** (hanno a che vedere con la figura del capo o con comportamenti presi da tutta l'organizzazione)
- **tecniche** (riguardano il funzionamento dell'impianto o della macchina in questione)

I livello:

1. *“Gli avambracci dell'operatore vengono colpiti dall'albero”*
2. *“il suo corpo sbatte violentemente con oggetti vicini alla macchina”*

II livello:

3. *“Viene trascinato dall'albero”* → concausa tecnica
4. *“Presenza di oggetti vari vicino alla macchina”* → concausa tecnica e gestionale (in tutta l'azienda vicino alle macchine vi sono altri oggetti)

III livello:

5. *“l'albero era in rotazione”* → tecnica e comportamentale (l'operaio mette in rotazione l'albero)
6. *“l'operaio era vicino al miscelatore”* → comportamentale e gestionale (l'operazione di pulizia per essere svolta prevede la vicinanza dell'operatore alla macchina)

IV livello:

7. *“l'operatore non utilizza il tubo-contenitore predisposto per inserire l'albero motore per il lavaggio”* → comportamentale
8. *“stava facendo operazione di pulizia del miscelatore”* → comportamentale
9. *“L'operazione di pulizia deve essere fatta con contatto diretto tra operatore e macchina”* → gestionale e tecnica
10. *“L'operatore reinserisce la chiavetta della catenella”* → comportamentale e tecnica (non c'è nessun dispositivo che glielo impedisce)
11. *“ha avviato la corrente dal quadro elettrico”* → comportamentale e tecnica (non c'è nessun dispositivo che glielo impedisce)

V livello:

12. *“ha poco tempo”* → comportamentale (l'operatore ha fretta) e tecnica (l'operazione di pulizia è tale da richiedere parecchio tempo)
13. *“le precedenti operazioni di pulizia (acido e raschietto) non hanno dato il risultato atteso”* → tecnica
14. *“non è informato sull'utilizzo del tubo-contenitore”* → gestionale e comportamentale (l'impresa doveva assicurarsi che l'operaio conoscesse ed utilizzasse la procedura)
15. *“doveva preparare un prodotto diverso da quello lavorato precedentemente”*
16. *“errore nella progettazione”* → tecnico
17. *“l'operatore aveva tolto la chiavetta per estrarre l'albero rotante dal bidone”* → comportamentale
18. *“la catenella non blocca l'avviamento dell'albero”* → tecnica
19. *“l'operatore non era informato sui rischi connessi all'operazione”* → comportamentale e gestionale
20. *“il caporeparto non interviene per impedire il disinserimento dei dispositivi di sicurezza”* → gestionale

VI livello:

21. *“Metodi di pulizia non efficiente”* → tecnica
22. *“la catenella è un meccanismo di protezione facilmente neutralizzabile”* → tecnica
23. *“caporeparto assente”* → gestionale
24. *“l'operatore non informa il caporeparto”* → comportamentale

### 3. Analisi del sistema di gestione della sicurezza

#### 3.1 S.G.S. prima dell'incidente

L'evento infortunistico è stato determinato dall'errato comportamento e dal mancato rispetto delle norme di sicurezza da parte di:

- **datore di lavoro e responsabile di sicurezza:**

A) aver predisposto un **sistema antinfortunistico facilmente eludibile**: il sistema di sicurezza antinfortunistica disposto dall'azienda era costituito dall'inserimento nel muro della chiave del microinterruttore collegata ad una catena (disarcionata dal muro): l'albero rotante veniva messo in funzione azionandolo con i pulsanti (a due velocità) posti nel quadro comandi e la chiave permetteva, se inserita, di far funzionare l'albero motore. Tale meccanismo non è adatto a svolgere la funzione protettiva degli infortuni in quanto è facilmente neutralizzabile, non in buono stato di conservazione essendo la catena disancorata dal muro.

B) aver **tollerato** che l'operatore avesse eseguito in altre occasioni la stessa operazione con albero motore in movimento (come dichiarato dal caporeparto "mi è capitato qualche mese prima dell'infortunio di vedere l'operaio fare la pulizia dell'albero con la carta trattenuta con le mani sull'albero in movimento, gli ho detto di non farlo perché, in considerazione della potenza dei motori, rischiava di rompersi i polsi")

C) aver svolto un'**attività di informazione e di formazione** concreta con partecipazione ad incontri in cui tuttavia non è emerso in termini di assoluta certezza la trattazione degli specifici presidi antinfortunistici del caso. Nella zona timbratura, ove i lavoratori devono recarsi almeno quattro volte al giorno, nell'ambiente adibito a ristoro, sono esposti, ben visibili, cartelli che riportano prescrizioni e divieti, nonché tabelle che prescrivono le norme di prevenzione infortuni; queste ultime stabiliscono:

n. 1: "Al lavoratore è vietato: pulire, ingrassare, aggiustare, rettificare e registrare gli organi meccanici quando le macchine sono in moto";

n. 2: "la rimozione dei dispositivi di sicurezza deve essere fatta esclusivamente a macchine ferme con l'autorizzazione del capo reparto".

Inoltre, nella busta paga di febbraio 1998 era stato inserito un volantino contenente le norme di sicurezza e, quando necessario, nelle buste paga venivano allegati opuscoli che riportavano le ultime disposizioni in tema di sicurezza. Infine, ogni due o tre mesi si svolgevano corsi di aggiornamento, diretti dall'ing. R. P..

Manca però un'effettiva attività di accertamento e di controllo che le informazioni passate ai dipendenti siano effettivamente comprese, interiorizzate e messe in atto.

- **lavoratore:**

A) ha effettuato le operazioni di pulizia dell'albero motore mettendolo **volontariamente** in moto alla velocità più elevata tra le due selezionabili ( ed inserendo la chiavetta collegata alla catena di trattenuta del bidone - contenitore) e ha appoggiato le mani sull'albero motore in movimento per pulirlo con la carta.

B) ha seguito una **condotta in palese violazione** dei divieti indicati nei cartelli affissi in azienda, e delle comuni e generali norme prudenziali note anche al lavoratore, esperto nell'attività in esame, dato che aveva predisposto personalmente un altro sistema di pulizia dell'albero motore (costruzione di un tubo - contenitore contenente acido per lo scioglimento delle incrostazioni, nel quale inserire l'albero motore per la pulizia tramite distacco e scioglimento dei residui di lavorazione che si erano ivi depositati).

L'operatore aveva partecipato a corsi di formazione antinfortunistica dal 1997 al febbraio 1999 e aveva predisposto mezzi e metodi per la pulizia dell'albero rotante (tubo - contenitore) nell'occasione dell'infortunio, ma invece di utilizzare questo metodo ed operare a motore fermo (come prescritto dai cartelli esposti in azienda e verosimilmente indicato nei corsi formativi), ha dapprima operato correttamente effettuando le operazioni di pulizia con albero motore fermo, e successivamente, avendo poco tempo a disposizione, e non avendo raggiunto il risultato voluto, ha acceso la macchina alla velocità massima (il comando della velocità era a circa 3 metri dall'albero motore) e con le mani ed i guanti ha pulito con la carta l'albero in movimento premendo la carta stessa sull'albero motore. E' quindi probabile che:

- ☞ nonostante le informazioni ricevute, l'infortunato non fosse pienamente consapevole dei pericoli cui andava incontro;
- ☞ conoscesse i pericoli ma abbia agito seguendo una dissonanza cognitiva: il caporeparto aveva già detto all'operatore di non lavorare in quel modo ma non era stato ascoltato ;
- ☞ l'operaio, esperto nell'attività, conosceva i pericoli cui si esponeva, infatti aveva predisposto personalmente un altro sistema di pulizia dell'albero motore ma ha poi scelto comunque di

eseguire la pulizia anche a motore acceso per ottenere un risultato migliore, per motivi di tempo o altro...

NOTA: In tutti i casi il management risulta essere stato carente nell'assicurarsi che le norme di sicurezza fossero effettivamente applicate: *è dovere del datore di vietare al lavoratore di compiere attività pericolose e di esigere dallo stesso il rispetto del divieto, sanzionandone la condotta in caso contrario, e non certo tollerando questa situazione di estremo pericolo!*.

## 3.2 S.G.S. dopo l'incidente

1. Dopo l'infortunio l'azienda ha segregato la macchina con un riparo mobile e inserendo un sensore di presenza vasca che garantisce la rotazione dell'albero miscelatore in condizioni di sicurezza. L'azienda ha dotato la macchina di un sistema di sicurezza che impedisce la rotazione dell'albero se non dal momento in cui è presente una protezione che impedisca il contatto dell'operatore con le parti in rotazione.
  
2. Vengono effettuati periodicamente test per verificare che tutti gli operatori abbiano effettivamente compreso e interiorizzato l'utilità delle norme di sicurezza.  
Maggiore attenzione suoi concetti di:
  - ☞ **informazione:** processo di trasmissione dei notizie, istruzioni, procedure in materia di sicurezza attuabile con diverse metodologie e con l'utilizzo di mezzi diversi;
  - ☞ **addestramento:** processo attraverso il quale il discente acquisisce le capacità operative richieste per espletare correttamente determinate attività o per usare specifici strumenti o apparecchiature;
  - ☞ **formazione:** informazioni + valutazione del grado di apprendimento.
  
3. Non vengono più tollerati comportamenti potenzialmente pericolosi, come quello che ha portato all'incidente qui analizzato



### 3.3 Riferimento alle norme OHSAS 18001-18002

In relazione alle linee guida per l'attuazione dei sistemi di gestione della sicurezza contenute nella specifica OHSAS 18001, l'industria presa in esame è stata, quindi, carente nell'osservare i seguenti punti (sono evidenziati i passaggi più salienti e inerenti al caso in esame):

#### **Quadro generale:**

Devono essere definite le responsabilità e l'autorità di tutte le persone che svolgono mansioni che fanno parte del sistema di gestione della Sicurezza, specificando anche le responsabilità di interfaccia fra le diverse funzioni. Tali definizioni possono essere richieste, per esempio, per le seguenti persone:

- la Direzione;
- i responsabili a tutti i livelli dell'Azienda;
- operatori di processo e la forza lavoro in generale;
- coloro che gestiscono la Sicurezza degli appaltatori;
- gli addetti responsabili della formazione, in materia di Sicurezza, del personale;
- gli addetti responsabili dell'attrezzatura critica dal punto di vista della Sicurezza;
- i dipendenti con qualifiche in materia di Sicurezza o specialisti di Sicurezza interni all'Azienda;
- i rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza nelle riunioni di consultazione.

Ad ogni modo, *l'azienda deve comunicare e promuovere l'idea che la Sicurezza è responsabilità di tutti all'interno dell'Azienda*, e non solo di coloro che hanno compiti definiti nel sistema di gestione della Sicurezza.

#### **Definizione delle responsabilità della Direzione**

Tra le responsabilità della Direzione è compresa la definizione della politica di Sicurezza dell'Azienda e l'essere *garante che il sistema di gestione della Sicurezza sia attuato*. Come parte di questo impegno, la Direzione deve incaricare una persona specifica, con responsabilità e autorità definite, per attuare il sistema di gestione della Sicurezza. (In Aziende grandi e complesse, ci può essere più di una persona incaricata.)

#### **Definizione delle responsabilità della persona incaricata dalla Direzione**

La persona incaricata per la gestione della Sicurezza dalla Direzione deve essere un membro della Direzione stessa. La persona designata può essere coadiuvata da altro personale con responsabilità delegata per il monitoraggio del funzionamento dell'operazione Sicurezza nel suo complesso. Comunque, l'incaricato dalla Direzione deve essere regolarmente informato sulla prestazione del sistema di gestione della Sicurezza e deve continuare ad essere attivamente coinvolto nei riesami periodici e nella stesura degli obiettivi di Sicurezza. Si deve garantire che qualsiasi altro compito o

mansione assegnata a questo personale non entri in conflitto con l'adempimento delle loro responsabilità per quanto riguarda la Sicurezza.

### **Definizione delle responsabilità dei capi reparto**

*Tra le responsabilità dei capi reparto c'è quella di garantire la Sicurezza sia gestita nella propria area di competenza.* Nel caso che le responsabilità primarie per questioni di Sicurezza ricadano sui capi reparto, devono essere definiti in modo appropriato ruolo e responsabilità di qualsiasi specialistica funzione di Sicurezza presente nell'Azienda, per evitare ambiguità per quanto riguarda responsabilità e autorità. Ciò deve includere accordi, a tutti i livelli fino al più alto livello direzionale, per risolvere eventuali conflitti fra questioni di Sicurezza e considerazioni di produzione.

### **Documentazione dei ruoli e delle responsabilità**

Le responsabilità e autorità in materia di Sicurezza devono essere documentate in un modo adeguato all'Azienda. La documentazione può presentarsi sotto una o più delle seguenti forme, o comunque in forme alternative scelte dall'Azienda:

- manuali del sistema di gestione della Sicurezza;
- *procedure di lavoro* e descrizione dei compiti;
- descrizione delle mansioni;
- programma di formazione per i neoassunti.

Se l'Azienda decide di emettere descrizioni delle mansioni in forma scritta, che coprano altri aspetti dei ruoli e delle responsabilità dei dipendenti, allora devono essere incorporate in tali descrizioni anche le responsabilità di Sicurezza.

### **Comunicazione dei ruoli e delle responsabilità**

Le responsabilità e autorità in materia di Sicurezza devono essere effettivamente comunicate a tutti i diretti interessati, ai vari livelli dell'Azienda. Ciò deve assicurare che le persone comprendano il campo d'azione e le interfacce tra le varie funzioni, e i canali da utilizzare per intraprendere delle azioni.

### **Risorse**

La Direzione deve garantire che siano disponibili risorse adeguate (incluse le attrezzature, le risorse umane, la competenza e la formazione del personale) per mantenere il luogo di lavoro sicuro. Le risorse possono essere considerate adeguate se sono sufficienti per svolgere i programmi e le attività di Sicurezza, compresi il monitoraggio e la misurazione della prestazione. Per le Aziende con sistemi di gestione della Sicurezza già in essere, l'adeguamento delle risorse può essere almeno parzialmente valutato confrontando il previsto grado di raggiungimento degli obiettivi di Sicurezza con i risultati reali.

## **L'impegno della Direzione**

*I dirigenti devono mostrare in modo tangibile il loro impegno nella Sicurezza.* Ad esempio *effettuando visite e ispezioni nei luoghi di lavoro*, partecipando alle indagini sugli incidenti con infortunio e fornendo risorse per le azioni correttive, assistendo agli incontri di Sicurezza ed emettendo messaggi di sostegno.

## **Controllo delle attività aziendali**

### **Requisito della OHSAS 18001:**

L'Azienda deve individuare quelle operazioni e quelle attività, associate ai rischi identificati, che richiedono determinate misure di controllo. L'Azienda dovrà pianificare queste attività, inclusa la manutenzione, per assicurare che queste vengano effettuate sotto specifiche condizioni:

- a) stabilendo e mantenendo procedure documentate per far fronte a situazioni dove la loro assenza potrebbe portare a deviazioni dalla politica e dagli obiettivi di Sicurezza;
- b) stipulando criteri operativi nelle procedure;
- c) stabilendo e mantenendo procedure relative agli identificati rischi delle merci, delle attrezzature, e dei servizi acquistati e/o utilizzati dall'Azienda, e comunicando le relative procedure e requisiti ai fornitori e agli appaltatori;
- d) stabilendo e mantenendo procedure relative alla progettazione dell'ambiente di lavoro, dei processi, delle installazioni, dei macchinari, delle procedure operative e dell'organizzazione del lavoro, inclusa la loro adattabilità alle capacità umane, per eliminare o ridurre i rischi alla fonte.

### **Intento:**

L'Azienda deve stabilire e mantenere le disposizioni per garantire l'efficace applicazione delle misure di controllo e delle contromisure, ovunque queste siano richieste per monitorare i rischi operativi, per soddisfare la politica di Sicurezza e gli obiettivi di Sicurezza, e per conformarsi ai requisiti legali e non.

*A ogni livello dell'Organizzazione il personale deve essere consapevole delle sue responsabilità, delle persone a cui deve rendere conto e dell'influenza che le sue azioni, o la mancanza di azione, possono avere sull'efficacia del sistema di gestione della Sicurezza.*

La responsabilità per la Sicurezza deve riflettere le responsabilità nell'ambito della struttura direttiva.

## **Responsabilità individuali**

Le responsabilità individuali per l'attuazione della politica di Sicurezza devono essere assegnate e delineate chiaramente. A questo scopo si deve tener conto dei seguenti aspetti:

- a) le responsabilità individuali di Sicurezza devono essere definite con chiarezza. Dove si usa un sistema di descrizione dei compiti potrebbe essere appropriato includerle nella descrizione stessa;
- b) ***a tutto il personale vanno fornite l'autorità e le risorse necessarie (incluso il tempo) per assumersi le proprie responsabilità;***
- c) devono esistere le strutture appropriate per chiamare il personale a rendere conto di aver assolto ai propri obblighi.
- d) le linee di segnalazione/resoconto devono essere chiare e inequivocabili;
- e) dove esistono sistemi di valutazione personale, la prestazione di Sicurezza deve essere inclusa in tale sistema.

Oltre alle responsabilità assegnate, tutti i dipendenti hanno una responsabilità generale per la propria sicurezza e per quella degli altri.

### **Coinvolgimento dei dipendenti**

Si deve riconoscere che un valido sistema di gestione della Sicurezza richiede l'appoggio e l'impegno dei dipendenti e che le conoscenze e l'esperienza del personale possono rappresentare una risorsa di valore nello sviluppo e nell'attuazione del sistema di gestione della Sicurezza. L'Organizzazione deve avere mezzi efficaci di consultazione e di rappresentanza. In molte Organizzazioni la consultazione e la rappresentanza di sicurezza possono essere incorporate facilmente nell'esistente struttura della gestione generale. Per alcune Organizzazioni potrebbe essere necessario formalizzare le proprie disposizioni. I comitati di Sicurezza rappresentano un modo per far partecipare l'organico, ***ma l'intento deve essere quello di promuovere il coinvolgimento attivo del personale*** in tutti gli aspetti del sistema di gestione della Sicurezza. Si devono incoraggiare i dipendenti a segnalare i punti deboli delle disposizioni di Sicurezza e a partecipare, se opportuno, nello sviluppo delle stesse e delle procedure di Sicurezza.

### **Competenza e formazione**

***Il sistema di gestione della Sicurezza dell'Organizzazione deve assicurarsi che il personale a tutti i livelli sia competente per eseguire i compiti e assolvere le responsabilità ad esso assegnate e che tale personale riceva il necessario addestramento.***

Il sistema di gestione della Sicurezza deve includere:

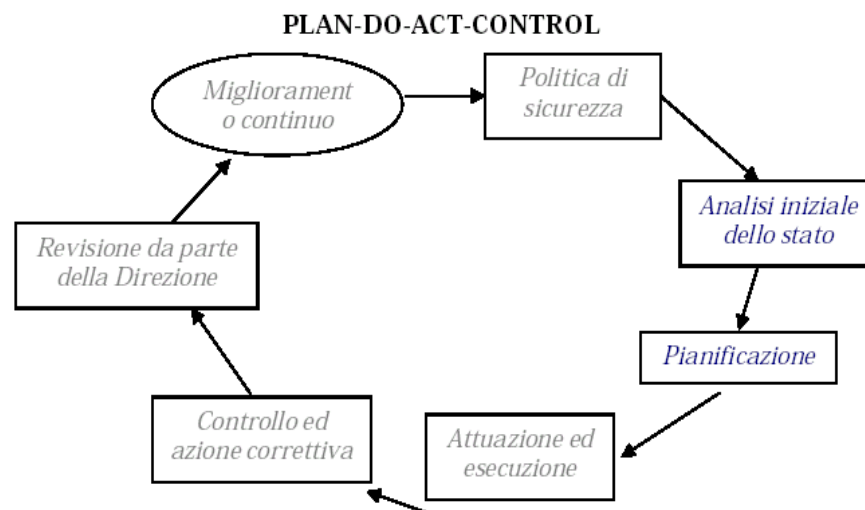
- a) una identificazione sistematica delle competenze richieste da ciascun membro dell'organico e l'addestramento necessario per rimediare ad eventuali carenze;
- b) provvedimenti affinché l'addestramento, identificato come necessario, sia disponibile a tempo opportuno e sistematicamente;
- c) ***la valutazione degli individui allo scopo di assicurarsi che essi abbiano acquisito e mantengano le conoscenze e le abilità necessarie per il livello di competenza richiesto;***

d) il mantenimento dei documenti che attestano l'addestramento fatto e le abilità acquisite.

### **Programmi di formazione**

Tutte le Organizzazioni devono assicurarsi di includere i seguenti elementi nei programmi di formazione:

- a) *la comprensione delle disposizioni di Sicurezza dell'Organizzazione* e dei ruoli e delle responsabilità specifici dell'individuo relativi a queste disposizioni;
- b) un programma sistematico di inserimento e di addestramento ripetuto nel tempo per il personale e per coloro che sono trasferiti ad altre divisioni, luoghi, reparti, zone, lavori o compiti nell'ambito dell'Organizzazione. Questo addestramento deve includere le disposizioni locali di Sicurezza, i pericoli, i rischi, le precauzioni e le prassi di lavoro da osservare prima di iniziare il lavoro;
- c) *i mezzi per assicurarsi che l'addestramento sia stato efficace;*
- d) la formazione relativa alle responsabilità per tutti coloro che guidano l'organico o trattano con appaltatori o altri, ad es. lavoratori temporanei. Essi devono capire i rischi e i pericoli delle operazioni di cui sono responsabili, la competenza necessaria per eseguire queste attività in sicurezza e il bisogno di assicurarsi che le procedure di sicurezza sul lavoro siano osservate dal personale sotto il loro controllo;
- e) *la formazione nella valutazione dei rischi e nei metodi di controllo per i progettisti, il personale addetto alla manutenzione* e per quello addetto allo sviluppo del processo o dei metodi di lavoro;
- f) i ruoli e le responsabilità dei direttori e degli amministratori nell'assicurarsi che il sistema di gestione della Sicurezza funzioni in modo idoneo al controllo dei rischi e alla riduzione al minimo dei problemi di salute, degli infortuni e di altre perdite per l'Organizzazione.



## 4. Andamento del fenomeno infortunistico

### 4.1 Principali cause di infortunio

Andamento del fenomeno infortunistico

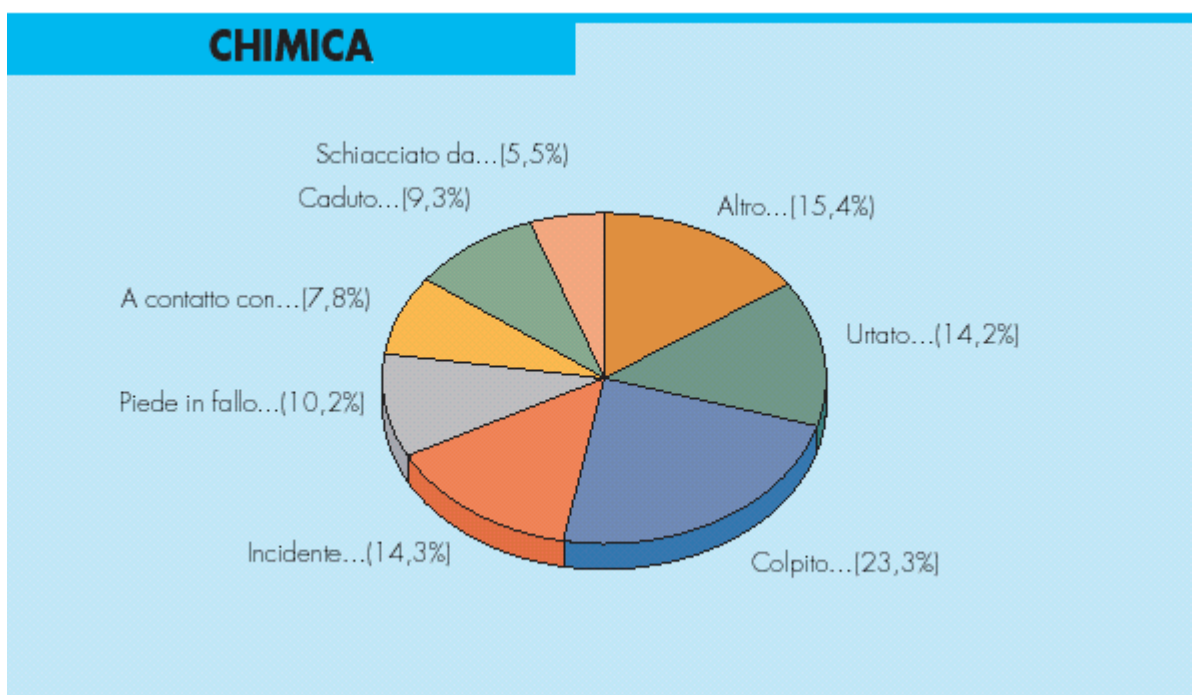
☞ nel settore chimico rispetto all'industria in generale

Il diagramma a torta seguente permette di evidenziare le principali cause di infortuni indennizzati all'interno dell'industria chimica.

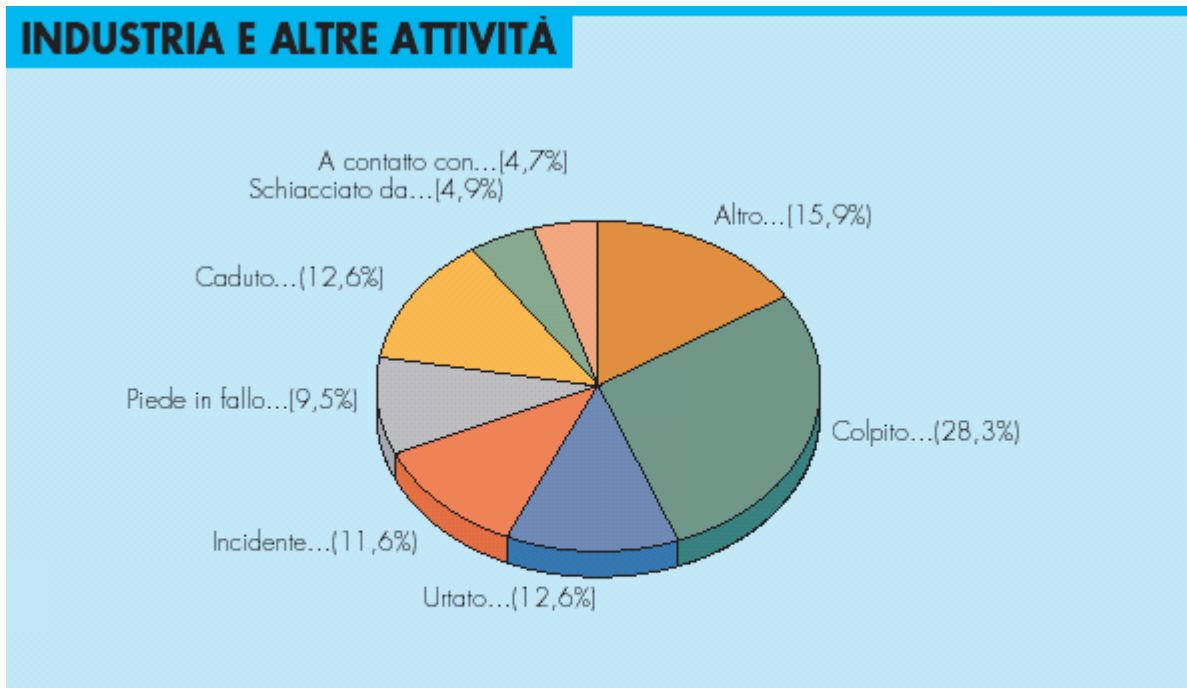
Le prime cause identificate spiegano più del 60% degli infortuni indennizzati all'interno delle industrie chimiche in tutta Italia, questi fattori sono:

1. colpito da materiali solidi, utensili,...
2. incidente
3. urtato contro materiali solidi, parti meccaniche di macchine, utensili
4. piede in fallo

Bisogna quindi procedere all'analisi e ad azioni di sicurezza volte a diminuire la rilevanza di queste tipologie di incidenti.



Il diagramma seguente, invece, mostra le principali cause di infortunio in tutte le industrie manifatturiere: le voci evidenziate restano le stesse, notiamo che scende la percentuali di incidenti causati dalla voce ‘a contatto con...’, rilevante nel settore chimico a causa dell’utilizzo di agenti pericolosi, mentre nel quadro generale risultano più rilevanti gli incidenti dovuti ad azioni dinamiche (la voce ‘colpito da...’)



**TAV. 2: CASI DI INFORTUNIO INDENNIZZATI NELLE INDUSTRIE MANIFATTURIERE PER FORMA - ANNO EVENTO 2001**

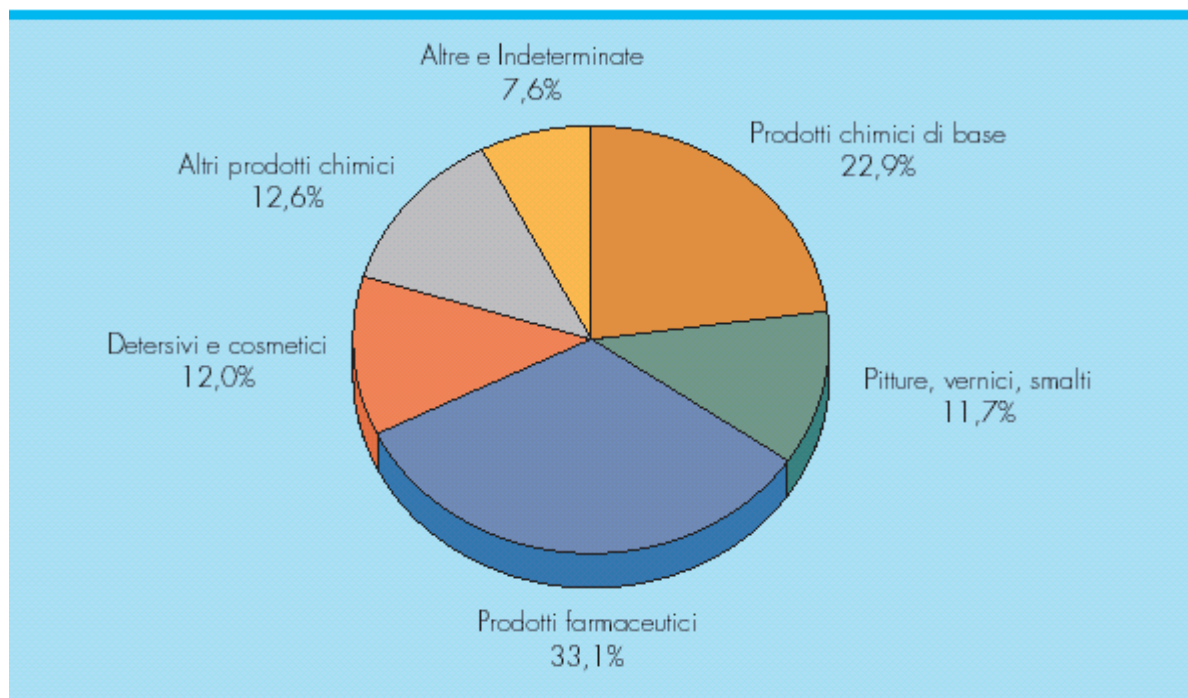
**CASI DI INFORTUNIO INDENNIZZATI NELLE INDUSTRIE MANIFATTURIERE PER NATURA DELLA LESIONE (a) - ANNO EVENTO 2001**

Natura della lesione	Alimentari e tessili	Conciarie e cuoio	Legno	Carta e cartotec.	Petrolio	Chimica	Gomma e plastica non metall.	Minerali	Siderurgia	Altre	TOTALE
Contusione	9.829	1.284	2.479	2.877	142	1.679	3.943	5.140	16.249	21.937	65.559
Da agenti infettivi	25		3	1		3	4	8	29	43	116
Da altri agenti	1.200	164	141	211	39	506	529	472	2.705	2.359	8.326
Da corpi estranei	478	92	407	110	7	89	221	458	3.092	2.896	7.850
Da sforzo	497	61	147	145	10	83	183	258	605	1.062	3.051
Ferita	8.543	1.297	4.166	2.361	73	1.270	3.535	4.842	18.461	22.617	67.165
Frattura	3.337	525	1.389	1.012	61	564	1.189	1.949	6.838	7.828	24.692
Lussazione	6.643	1.076	1.516	1.910	128	1.590	2.246	3.134	8.164	14.663	41.070
Perdita anatomica	281	48	405	85	4	30	118	111	566	605	2.253
Non determinata	63	9	18	28	2	16	13	21	95	135	400
<b>TOTALE</b>	<b>30.896</b>	<b>4.556</b>	<b>10.671</b>	<b>8.740</b>	<b>466</b>	<b>5.830</b>	<b>11.981</b>	<b>16.393</b>	<b>56.804</b>	<b>74.145</b>	<b>220.482</b>

(a) Esclusi casi senza indicazione di attività economica.

## 4.2 Tipologie di attività economiche all'interno del settore chimico

☞ all'interno del settore chimico: casi di infortunio in relazione all'attività economica



**TAV. 1: CASI DI INFORTUNIO DENUNCIATI NELL'INDUSTRIA CHIMICA PER ATTIVITÀ ECONOMICA - ANNO EVENTO 2004**

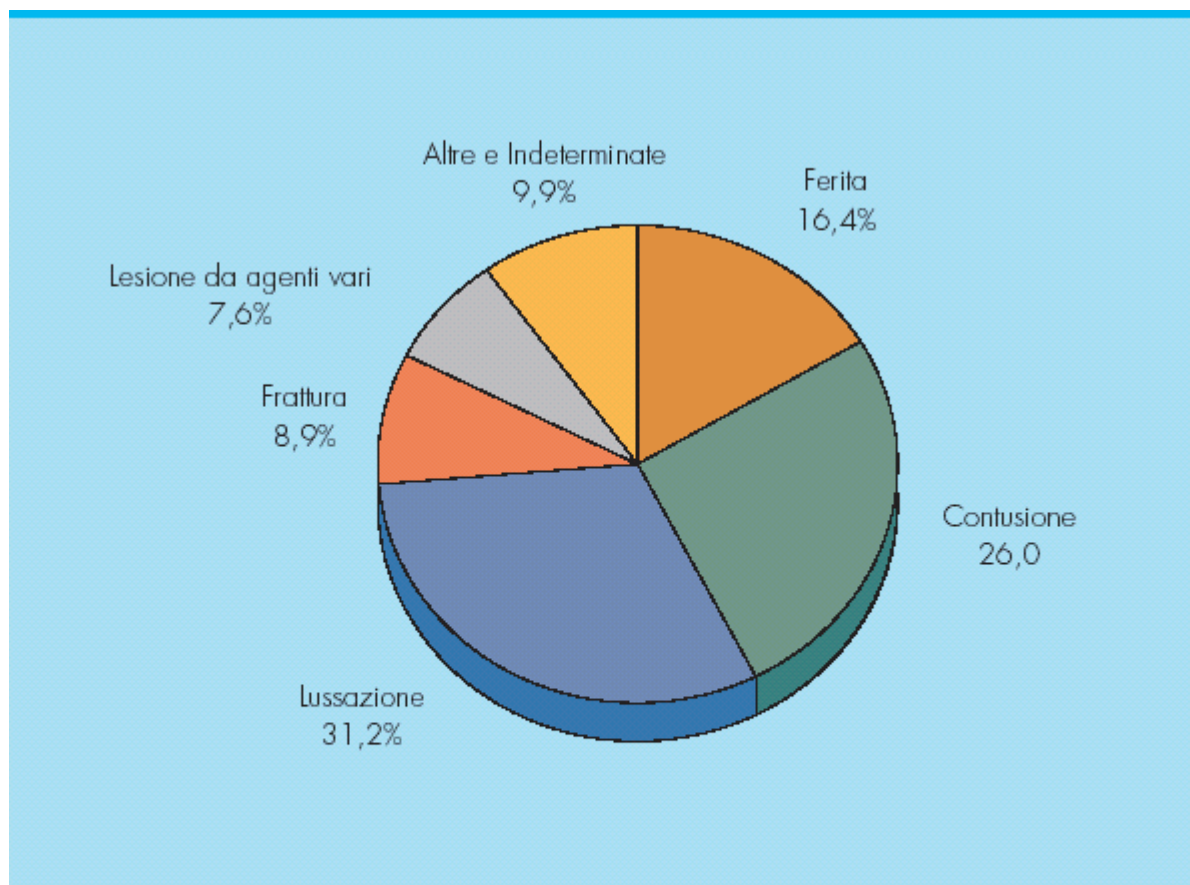
### CASI DI INFORTUNIO DENUNCIATI NELL'INDUSTRIA CHIMICA PER ATTIVITÀ ECONOMICA - ANNI EVENTO 2001-2004

ATTIVITÀ ECONOMICA	2001	2002	2003	2004	Var. % 2004/2003
Prodotti chimici di base	1.617	1.477	1.543	1.436	-6,9
Fitofarmaci e prodotti agricoli	86	86	75	52	-30,7
Pitture, vernici, smalti	781	726	762	736	-3,4
Prodotti farmaceutici	1.950	2.038	1.996	2.078	4,1
Detersivi e cosmetici	910	830	766	756	-1,3
Altri prodotti chimici	902	920	775	793	2,3
Fibre sintetiche e artificiali	465	375	248	226	-8,9
Indeterminate	393	372	252	200	-20,6
<b>TOTALE</b>	<b>7.104</b>	<b>6.824</b>	<b>6.417</b>	<b>6.277</b>	<b>-2,2</b>

## 4.3 Tipologia di danni

☞ per natura della lesione





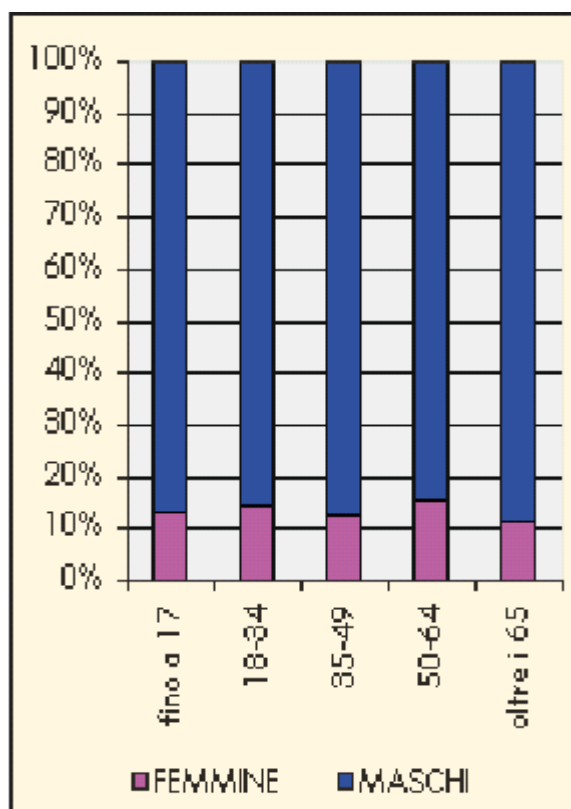
**TAV. 2: CASI DI INFORTUNIO DENUNCIATI NELL'INDUSTRIA CHIMICA PER NATURA DELLA LESIONE - ANNO EVENTO 2004**

**CASI DI INFORTUNIO DENUNCIATI NELL'INDUSTRIA CHIMICA PER NATURA DELLA LESIONE E ATTIVITÀ ECONOMICA - ANNO EVENTO 2004**

NATURA DELLA LESIONE	Prodotti chimici di base	Fitofarmaci e prodotti agricoli	Pitture, vernici, smalti	Prodotti farmaceutici	Detersivi e cosmetici	Altri prodotti chimici	Fibre sintetiche e artificiali	Indeterminato	TOTALE
Ferita	269	7	124	251	128	135	70	47	1.031
Contusione	408	15	216	480	208	188	73	47	1.635
Lussazione	356	12	221	849	213	217	38	51	1.957
Frattura	127	2	63	178	80	85	15	8	558
Perdita anatomica	12	1	3	4	2	6	1	-	29
Lesione da agenti vari	133	10	32	127	60	91	13	16	482
Corpi estranei	28	1	10	19	6	15	6	14	99
Lesione da sforzo (emie...)	22	-	16	19	3	7	2	2	71
Indeterminate	81	4	51	151	56	49	8	15	415
<b>TOTALE</b>	<b>1.436</b>	<b>52</b>	<b>736</b>	<b>2.078</b>	<b>756</b>	<b>793</b>	<b>226</b>	<b>200</b>	<b>6.277</b>

## 4.4 Età e sesso degli infortunati

☞ per sesso e per classe d'età dell'infortunato



**TAV. 1: CASI DI INFORTUNIO INDENNIZZATI NELL'INDUSTRIA CHIMICA PER SESSO E CLASSE DI ETÀ - ANNO EVENTO 2000**

## 5. La statistica

### 5.1 Cenni teorici

La **statistica descrittiva** ha come scopo quello di sintetizzare i dati attraverso strumenti grafici (diagrammi a barre, a torta, boxplot, istogrammi) e indici (indicatori statistici, indicatori di posizione come la media, di variazione come la varianza e la concentrazione, di correlazione, ecc.) che descrivono gli aspetti salienti dei dati osservati. Quindi, per così dire si occupa di fotografare una data situazione e di sintetizzarne le caratteristiche principali.

La **statistica inferenziale** ha come obiettivo, invece, quello di fare affermazioni, con una possibilità di errore controllata, riguardo la natura teorica (la legge probabilistica) del fenomeno che si osserva. La conoscenza di questa natura permetterà poi di fare previsione.

La statistica inferenziale è fortemente legata alla teoria della probabilità. La statistica inferenziale si suddivide poi in altri capitoli, di cui i più importanti sono la stima puntuale, la stima intervallare e la verifica delle ipotesi.

L'inferenza statistica, quindi, è il procedimento per cui si deducono le caratteristiche di una popolazione dall'osservazione di una parte di essa, detta campione, selezionata solitamente mediante un esperimento casuale (aleatorio). Da un punto di vista filosofico, si tratta di tecniche matematiche per quantificare il processo di apprendimento tramite l'esperienza.

Nell'inferenza statistica c'è, in un certo senso, un rovesciamento di punto di vista rispetto al calcolo delle probabilità. Nell'ambito di quest'ultimo, noto il processo di generazione dei dati sperimentali (modello probabilistico) siamo in grado di valutare la probabilità dei diversi possibili risultati di un esperimento: nella statistica il processo di generazione dei dati sperimentali non è noto in modo completo (il processo in questione è, in definitiva, l'oggetto di indagine) e le tecniche statistiche si prefiggono di indurre le caratteristiche di tale processo sulla base dell'osservazione dei dati sperimentali da esso generati.

Per quello che riguarda la teoria e la pratica delle misure, indubbiamente la parte di maggiore interesse è la statistica inferenziale in quanto lo scopo delle misure è quello di fare affermazioni sul valore di una grandezza a partire da un numero limitato di misure, effettuate con strumenti non ideali e con parametri e disturbi ambientali non noti con esattezza.

La parte di statistica descrittiva è importante perché nella maggior parte dei casi non è necessario conoscere in dettaglio tutti i dati sperimentali per inferire qualcosa, ma sono sufficienti pochi numeri nei quali i dati sono stati precedentemente sintetizzati.

La statistica applicata nell'ambito della gestione della sicurezza permette di:

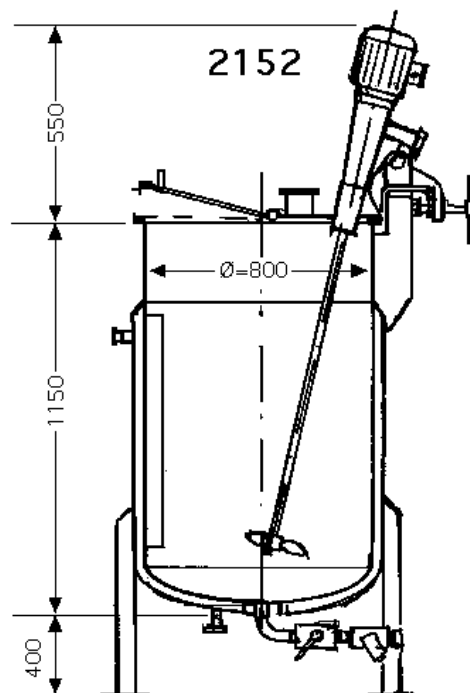
- Fornire metodi di misurazione delle prestazioni nel campo della sicurezza

- Permettere un confronto con altre realtà aziendali
- Identificare le aree di un problema ove addizionali sforzi richiesti per produrre migliori risultati a fronte di obiettivi realistici
- Valutare la tendenza del fenomeno
- Impostare in modo mirato interventi da effettuare
- Stimare la probabilità di accadimento di un infortunio

## 5.2 Statistica tecnica

### Miscelatori

La funzione dei miscelatori è quella di poter sciogliere o disperdere prodotti solidi in un liquido, oppure miscelare liquidi diversi tra di loro. Sono composti da un serbatoio cilindrico nel quale si carica la quantità desiderata di liquido avvalendosi dell'indicatore di livello esterno predisposto per la lettura diretta in litri. Il serbatoio inoltre può anche essere dotato di coperchi antipolvere incernierati ad una traversa centrale sulla quale vengono installati il tubo di carico del liquido e il diffusore di lavaggio. Il liquido contenuto nel serbatoio viene posto in circolazione dalla pompa azionata da un motore elettrico trifase corredato da una apparecchiatura di alimentazione a bassa tensione situata all'interno di un quadro comando generale. La valvola a comando manuale inserita a monte della pompa ha la funzione di regolare la portata del liquido in circolazione. Nella tramoggia vengono caricati i prodotti da miscelare, sciogliere o disperdere nella quantità prevista e la valvola ne regola il dosaggio: il liquido in circolazione aspira miscelando istantaneamente i prodotti per mezzo di un dispositivo particolare posto a valle della valvola. Quando i prodotti sono completamente sciolti o dispersi, la soluzione ottenuta può essere inviata all'utilizzo agendo sulla valvola bypasse e aprendo la valvola di scarico. La pompa di cui è dotato il miscelatore può far pervenire, per mezzo di apposita tubazione, la soluzione fino al punto di utilizzo, oppure essere stoccata in appositi serbatoi dotati di impianto di refrigerazione o riscaldamento, con coibentazione in poliuretano, la cui gestione è completamente automatizzata.



I miscelatori sono costruiti solitamente in acciaio inox AISI 304 nei particolari di carpenteria, tubazione, raccorderia e valvole; in acciaio inox AISI 316 nei componenti della pompa. Su specifica richiesta possono essere costruiti completamente in acciaio inox AISI 316.



**Miscelatori verticali con caricamento forzato:** il caricamento forzato contribuisce allo scopo di ottenere un prodotto finale omogeneo anche quando le quantità dei vari componenti da miscelare differiscono notevolmente. Il prodotto viene miscelato internamente mediante albero a coclea e passa attraverso uno concentratore che assicura un perfetto risultato. Tutti i modelli di miscelatore verticali possono funzionare mediante motore elettrico oppure presa di forza del trattore. Lo scarico è ad una bocca laterale con serranda manuale. In base alle esigenze e alla logistica dell'impianto può essere costruito in due versioni:

la tramoggia di alimentazione è rialzata rispetto al livello del terreno.

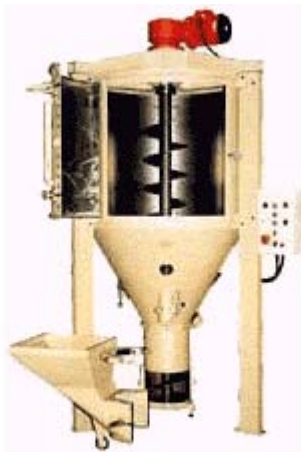
la tramoggia è interrata, il livello del terreno coincide quindi con il bordo superiore della tramoggia.

**Le coclee di miscelazione:** sono appositi gruppi di miscelazione a coclea verticale, da inserire in silos già esistenti, idonei per la movimentazione o la miscelazione di più prodotti.

Queste coclee verticali sono supportate e centrate superiormente mediante una struttura stellare a tre bracci ed azionate, sempre superiormente, mediante un motoriduttori a vite senza fine con potenze da 5,5 a 20 HP.

I tre bracci a 120 gradi della stella vengono fissati al silo con la mediazione di tasselli elastici.

Il gruppo di trascinamento ha il corpo in fusione d'alluminio nervato ed incorpora due grandi cuscinetti volventi opportunamente distanziati tra loro che realizzano un incastro efficace per l'albero della coclea.



1. Miscelatore verticale a coclea tipo **MCV 2000** con supporto coclea dall'alto.

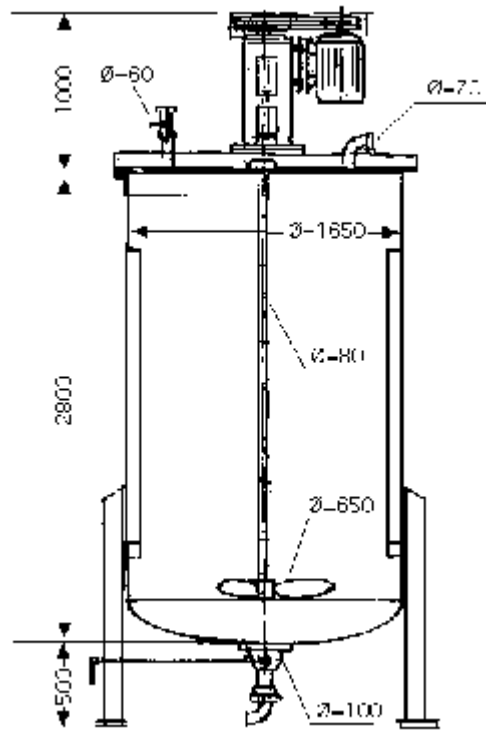


2. Miscelatore verticale a coclea tipo **MCR 250 - MCR 500** con cilindro totalmente apribile per facilitare la pulizia interna



5. Coclea di miscelazione con diametro 350 mm., albero interno 90 mm., realizzata in acciaio antiusura **Hardox 400** da inserire in silos già esistenti.

2164





### 5.3 Test del $\chi^2$

Prendendo in esame 100 infortuni avvenuti nell'azienda in esame si può notare che:

- In 63 casi l'infortunato aveva un'esperienza lavorativa maggiore di 5 anni
- In 37 casi l'infortunato era neo-assunto (o comunque con un'esperienza lavorativa inferiore ai 5 anni)

Ci domandiamo quindi se esiste una relazione tra il numero di infortuni e l'esperienza lavorativa dell'infortunato. Per fare questo costruisco il test del  $\chi^2$ :

$H_0$  = la distribuzione di infortuni è di tipo 50:50, cioè il numero di infortuni non viene influenzato dall'esperienza lavorativa dell'infortunato

$H_1$  = la distribuzione di infortuni varia al variare dell'esperienza lavorativa degli infortunati

Confronto i dati attesi con quelli realmente registrati:

	prime 4 ore del turno	Ultime 4 ore del turno
Valore osservato (O)	63	37
Valore atteso (E)	50	50

	prime 4 ore del turno	Ultime 4 ore del turno
O	63	37
E	50	50
O-E	13	-13
$(O-E)^2$	169	169
$(O-E)^2/E$	3.38	3.38
	$\chi^2 =$	<b>6.76</b>

Calcolo  $\chi^2$  tabulato:

**gradi di libertà:**  $gdl = \text{num. Categorie} - 1 = 1$

**livello di significatività** (rappresenta la probabilità di compiere un errore del primo tipo, cioè di rifiutare l'ipotesi nulla nonostante sia vera):  $\alpha = 5\%$  e  $\alpha = 1\%$

per  $\alpha = 5\%$  ho uno  $\chi^2$  tabulato = 3.84

per  $\alpha = 1\%$  ho uno  $\chi^2$  tabulato = 6.63

In entrambi i casi risulta  $\chi^2$  calcolato  $>$   $\chi^2$  tabulato:  $6.76 > 3.84$  ( $\alpha = 5\%$ )

e  $6.76 > 6.63$  ( $\alpha = 1\%$ )

Quindi posso concludere che la probabilità che avvenga un infortunio è maggiore se l'operaio ha un'esperienza lavorativa di pochi anni.